



S/N 10/776849

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: DE BOUGRENET DE LA TOCNAYE et al. Examiner: unknown

Serial No.: 10/776849 Group Art Unit: 2872

Filed: February 11, 2004 Docket No.: 09320.0163US01

Title: DEVICE FOR SPATIAL MODULATION OF A LIGHT BEAM AND  
CORRESPONDING APPLICATIONS

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.8:

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, with sufficient postage, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on June 30, 2004

By: A Ewald  
Name: A Ewald

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants enclose herewith one certified copy of a French application, Serial No.  
FR 03 01699, filed 12 February 2003, the right of priority of which is claimed under 35  
U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,



MERCHANT & GOULD P.C.  
P.O. Box 2903  
Minneapolis, Minnesota 55402-0903  
(612) 332-5300

Dated: June 30, 2004

By: John J. Gresens  
John J. Gresens  
Reg. No. 33,112

JJG/ame

THIS PAGE BLANK (USPTO)



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 30/07/2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

**BR1**

12 FEV 2003

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 • M / 210502

<b>12 FEV 2003</b> <b>INPI RENNES</b> <b>0301699</b> <b>12 FEV. 2003</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> Cabinet Patrice VIDON Le Nobel - Technopôle Atalante 2, allée antoine becquerel BP 90333 35703 RENNES CEDEX 7	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> 8277			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) Dispositif de modulation spatiale d'un faisceau lumineux, et applications correspondantes.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b> (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>	
Nom ou dénomination sociale		OPTOGONE	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		4 3 8 7 2 5 5 4 1	
Code APE-NAF		7 4 2 C	
Domicile ou siège	Rue	1 Avenue du Technopôle	
	Code postal et ville	29 280 PLOUZANE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité			
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i>	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 2/2

BR2

12 FEV 2003

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES DATE	35 INPI RENNES
LIEU	0301699
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W / 210502

<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		
Nom	VIDON	
Prénom	Patrice	
Cabinet ou Société	Cabinet Patrice VIDON	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	Le Nobel - Technopôle Atalante 2, allée antoine becquerel - BP 90333
	Code postal et ville	35170 RENNES CEDEX 7
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	02 99 38 23 00	
N° de télécopie (facultatif)	02 99 36 02 00	
Adresse électronique (facultatif)	vidon@vidon.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>
Etablissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint <input type="checkbox"/> La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe <input type="checkbox"/>		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) P. VIDON (Mandataire CPI n° 821250)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE</b> INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE RENNES

**Dispositif de modulation spatiale d'un faisceau lumineux, et applications correspondantes.**

Le domaine de l'invention est celui des télécommunications optiques. Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de modulation spatiale de la  
5 lumière à cristal liquide, qui soit insensible à la polarisation du faisceau lumineux incident.

De tels dispositifs, couramment appelés modulateurs de lumière, sont des composants-clefs des systèmes de télécommunications actuels. En effet, ils peuvent être utilisés pour réaliser des fonctions dynamiques d'atténuation ou de  
10 déphasage spatial du faisceau lumineux, à des fins d'égalisation de spectre, de mise en forme du faisceau lumineux (en anglais "beam shaping"), ou encore d'obtention de lignes à retard variable ou de filtres accordables.

On connaît déjà plusieurs types de modulateurs capables d'assurer ces différentes fonctions, mais parmi ceux-ci, la présente invention concerne plus  
15 particulièrement les modulateurs de lumière comprenant un élément à cristal liquide, utilisé pour atténuer ou déphaser tout ou partie du faisceau lumineux.

Certains de ces modulateurs mettent en œuvre une cellule de cristal liquide, contrôlée en tension, de façon que la tension appliquée aux bornes de la cellule fasse varier la phase de la lumière qui la traverse par rotation de l'axe  
20 optique du cristal, d'une direction parallèle à la direction de propagation de la lumière vers une direction perpendiculaire, ou inversement. Un tel effet est par exemple exploité dans l'atténuateur optique présenté dans la demande de brevet internationale n°WO 02/071133 A2 au nom de XTELLUS Inc.

De nouveaux types de modulateurs ont récemment vu le jour, dans  
25 lesquels l'élément à cristal liquide a été remplacé par une cellule contenant un mélange de cristal liquide et de polymère, appelé PDLC (pour l'anglais "Polymer Dispersed Liquid Crystal", ou en français, "cristal liquide dispersé dans du polymère").

Le principe de fonctionnement d'une telle cellule de PDLC est décrit ci-  
30 dessous en relation avec les figures 1a et 1b. Des gouttelettes de cristal liquide 10



sont formées au sein d'un matériau polymère hôte 11. Au repos (figure 1a), c'est-à-dire en l'absence de tout champ électrique appliqué aux bornes de la cellule, l'orientation de ces gouttelettes au sein du polymère est quelconque. Du fait de la différence d'indice optique entre l'indice extraordinaire du cristal liquide et celui du polymère, la lumière 12 qui traverse la cellule 13 voit une multitude de diffuseurs, ou, si les gouttelettes sont petites par rapport à la longueur d'onde de la lumière (typiquement, de 10 à 100 nm, on parle alors de nano-PDLC), une multitude de retardateurs, ainsi qu'illustré par les flèches de la figure 1a.

Lorsqu'une tension 14 est appliquée aux bornes de la cellule (figure 1b), les gouttelettes de cristal liquide 10 s'alignent dans le champ électrique ainsi créé. Seul l'indice ordinaire du cristal liquide est alors visible par la lumière 12 : cet indice étant comparable à celui du polymère, le milieu devient transparent, ainsi qu'illustré par les flèches de la figure 1b.

Les effets d'atténuation ou de déphasage d'un faisceau lumineux obtenus au moyen d'une telle cellule de PDLC exploitent donc des propriétés très différentes de celles mises en œuvre dans une cellule à cristal liquide classique. En effet, les propriétés utilisées dans une cellule de PDLC sont des propriétés de diffusion ou de retard de la lumière dus à la présence de gouttelettes de cristal liquide, et non, comme dans les cellules de cristal liquide classique, des propriétés liées à la rotation de l'axe optique du cristal.

La commande en tension d'une cellule de PDLC est généralement mise en œuvre au moyen d'un système d'électrodes, organisées sous forme de barrettes ou de matrices, qui permettent d'adresser indépendamment certaines zones de la cellule, ou pixels.

Dans la configuration usuelle d'un modulateur spatial de lumière, c'est-à-dire lorsque le champ électrique appliqué au matériau PDLC est colinéaire au vecteur d'onde optique, un tel dispositif peut être considéré comme quasiment insensible à la polarisation, si le nombre, la taille et la forme des diffuseurs élémentaires (c'est-à-dire des gouttelettes de cristal liquide) sont correctement choisis.



Cette propriété d'insensibilité à la polarisation de la lumière incidente revêt une importance capitale dans le domaine des télécommunications, pour lequel on exige généralement une faible perte par dispersion de polarisation (ou PDL, pour l'anglais "Polarization Dispersion Loss").

5 Or, si la cellule de PDLC est divisée en une pluralité de zones élémentaires, ou pixels, qui peuvent être adressés indépendamment au moyen d'un système d'électrodes approprié, cette propriété d'insensibilité à la polarisation est généralement vérifiée dans la région centrale de chaque pixel élémentaire, mais pas dans les régions inter-pixels.

10 En effet, la différence de potentiel relative entre deux pixels adjacents adressés génère des champs électriques transverses, qui ont pour effet de donner une orientation préférentielle aux gouttelettes de cristal liquide, perpendiculairement au vecteur d'onde optique.

Ce phénomène dépend bien sûr des tensions relatives entre les différents pixels de la cellule, et son expression est minimale lorsque toutes les zones  
15 élémentaires de la cellule de PDLC présentent la même tension.

Dans le cas où les zones élémentaires de la cellule ne peuvent pas être obturées (ce qui est le cas par exemple lorsque le modulateur est utilisé pour réaliser une atténuation continue du signal optique, le signal lumineux éclairant  
20 alors l'ensemble du modulateur, et non pas chaque pixel individuellement), ce phénomène a pour effet la réintroduction d'une anisotropie optique macroscopique, qui provoque une augmentation de la PDL globale, et rend le modulateur incompatible avec les contraintes des systèmes de télécommunications optiques modernes.

25 Ce phénomène de sensibilité à la polarisation de la lumière incidente peut également se manifester dans la région utile d'un pixel, lorsque la dimension du pixel est petite par rapport à celle de la région inter-pixel : en effet, dans cette configuration, les effets du champ électrique créé sur un pixel sont sensibles sur le pixel voisin même au-delà de la zone inter-pixel.



Ce phénomène nuisible dû à la création de champs électriques transverses est présenté plus en détail en relation avec la figure 2.

On considère un modulateur spatial de lumière constitué de deux plaques de verres recouvertes, pour l'une, d'une contre-électrode 20, et pour l'autre, d'un  
5 réseau d'électrodes transparentes 22, entre lesquelles est inséré un matériau de type PDLC 23. Chaque électrode permet d'appliquer une tension d'adressage locale au matériau, et un champ électrique colinéaire au vecteur d'onde du faisceau lumineux éclairant le modulateur prend alors naissance. Chaque électrode du réseau étant portée à un potentiel propre, des variations de tensions relatives  
10 entre les électrodes (par exemple les électrodes référencées 24, 25 et 26) sont induites, et des tensions transversales, illustrées sur la figure 2 par les lignes de champs des zones 21 et 27, apparaissent.

Ces tensions transversales peuvent difficilement être réduites, du fait de la modulation variable sur les électrodes et des tensions de seuil élevées du cristal  
15 liquide. Elles dépendent cependant de l'amplitude du champ électrique transverse dans la zone inter-électrodes, et concourent à introduire des orientations privilégiées des gouttelettes de cristal liquide, ce qui induit une biréfringence du matériau PDLC.

Les inventeurs de la présente demande de brevet ont constaté que, dans la  
20 plupart des cas, compte tenu des valeurs des tensions d'adressage des différentes zones de l'élément à cristal liquide et des dimensions faibles des régions inter-pixels, ces tensions transversales induites sont suffisantes pour créer, en moyenne, une orientation privilégiée perpendiculaire au réseau d'électrodes.

L'invention a notamment pour objectif de fournir une technique de  
25 modulation spatiale de la lumière permettant de compenser ce phénomène, et donc de rendre la mise en œuvre d'une telle technique indépendante de la polarisation de la lumière incidente.

On a déjà considéré le problème de la dépendance à la polarisation de dispositifs optiques à cristal liquide, comme par exemple dans la demande de  
30 brevet internationale n°WO 02/071133 A2 au nom de XTELLUS Inc. mentionnée

ci-dessus. Cependant, le phénomène de dépendance à la polarisation apparaissant dans de tels dispositifs diffère fortement du phénomène que la présente invention cherche à résoudre, du fait de la différence de nature des matériaux utilisés (cristal liquide classique ou PDLC), ainsi qu'exposé précédemment. En effet, on rappelle  
5 que la propriété mise en œuvre dans une cellule à cristal liquide classique est une propriété de rotation de l'axe optique du cristal liquide (modulation d'axe de biréfringence). Dans une cellule de PDLC, en revanche, les gouttelettes constituent des diffuseurs ou des retardateurs du faisceau de lumière.

En outre, les solutions envisagées notamment dans le document  
10 XTELLUS Inc. consistent à insérer dans le dispositif une lame quart d'onde ou demi-onde, selon que le dispositif présente une configuration en réflexion ou en transmission.

Cette solution ne permet pas de résoudre de façon satisfaisante le problème de la dépendance à la polarisation apparaissant dans les modulateurs spatiaux à  
15 base de PDLC auxquels la présente invention s'intéresse plus particulièrement.

L'invention a donc pour objectif de fournir une technique de modulation spatiale de la lumière à base d'une cellule de cristal liquide de type PDLC contrôlée par un système d'électrodes permettant de minimiser l'impact de l'apparition de champs transverses électriques entre les électrodes.

20 Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une telle technique qui soit simple et peu coûteuse à mettre en œuvre.

Un autre objectif de l'invention est de mettre en œuvre une telle technique, qui puisse aisément être adaptée, en fonction du type d'application envisagé.

L'invention a encore pour objectif de fournir une telle technique, qui  
25 permette la conception de modulateurs spatiaux compacts et répondant aux exigences de fiabilité du domaine des télécommunications optiques.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints à l'aide d'un dispositif de modulation spatiale d'un faisceau lumineux, comprenant un élément à cristal liquide dispersé dans du polymère (PDLC), ledit élément

comprenant au moins deux zones pouvant être adressées indépendamment l'une de l'autre au moyen d'un système à au moins deux électrodes.

Selon l'invention, lesdites électrodes présentent un motif prédéterminé non rectiligne, choisi de façon à réduire la sensibilité à la polarisation dudit dispositif, due à l'apparition d'au moins un champ électrique transverse entre lesdites au  
5 moins deux électrodes et ledit dispositif comprend également des moyens optiques de réduction de la sensibilité à la polarisation comprenant au moins une lame à retard de phase anisotrope.

Ainsi, l'invention repose sur une approche tout à fait nouvelle et inventive  
10 de la modulation spatiale de lumière à base d'une cellule de PDLC. En effet, les techniques de réduction de la sensibilité à la polarisation, envisagées par le passé pour des modulateurs à cellule de cristal liquide classiques, consistaient généralement à combiner le modulateur avec un ou plusieurs éléments optiques appropriés du type des lames quart d'onde ou de prismes biréfringents. Selon la  
15 présente approche en revanche, l'insensibilité à la polarisation d'un tel dispositif de modulation est obtenue en agissant directement sur le motif des électrodes de la cellule.

Ainsi, l'invention consiste à rompre le dessin régulier de l'électrode (classiquement rectiligne), de manière à éviter un alignement privilégié des  
20 champs électriques inter-électrodes, qui favorisent une direction d'alignement des gouttelettes de cristal liquide sur les bords des zones, ou pixels, du modulateur, et contribuent donc à accroître la PDL du dispositif.

On privilégie notamment les motifs d'électrode à moyenne nulle, de façon à minimiser de manière statistique les différents champs transverses électriques  
25 créés, et ainsi réduire l'alignement privilégié néfaste des gouttelettes de cristal liquide.

Pour accroître encore l'insensibilité à la polarisation du dispositif, on couple ce motif particulier d'électrodes à l'utilisation d'une lame à retard de phase, du type lame quart d'onde ou lame demi-onde. L'utilisation combinée d'une lame à

retard de phase et d'un motif d'électrode non rectiligne permet ainsi d'assurer une indépendance en polarisation efficace du dispositif de l'invention.

Préférentiellement, ledit motif prédéterminé est à moyenne nulle.

On obtient alors une annulation statistique des champs transverses, qui  
5 produisent une orientation privilégiée des gouttelettes de cristal liquide.

Avantageusement, ledit cristal liquide est de type nano-PDLC, des gouttelettes dudit cristal liquide, dispersées dans ledit polymère, ayant un diamètre sensiblement compris entre 10 et 100 nm.

Selon une première variante avantageuse de l'invention, ledit motif  
10 d'électrode prédéterminé est sinusoïdal.

Selon une deuxième variante avantageuse de l'invention, ledit motif d'électrode prédéterminé est en dents de scie.

Selon un premier mode de réalisation préférentiel, ledit dispositif présente une configuration en réflexion et ladite lame à retard de phase est une lame quart  
15 d'onde.

De manière avantageuse, ledit système à au moins deux électrodes comprenant également au moins une contre-électrode, ladite lame quart d'onde est sensiblement orientée à  $45^\circ$  par rapport à la direction desdites électrodes, et elle est insérée entre ladite contre-électrode et un miroir.

20 Selon un deuxième mode de réalisation préférentiel, ledit dispositif présente une configuration en transmission et ladite lame à retard de phase est une lame demi-onde.

Avantageusement, dans ce deuxième mode de réalisation de l'invention, ladite lame demi-onde est insérée entre deux éléments à cristal liquide juxtaposés.

25 Ces différentes caractéristiques du dispositif de l'invention peuvent en outre être combinées à la mise en œuvre d'un dispositif de diversité de polarisation, selon les différentes configurations ci-dessous.

Selon une première configuration avantageuse du dispositif de l'invention, ledit dispositif présente une configuration en transmission, et comprend :

30 - deux prismes biréfringents linéaires, montés tête-bêche ;

- une première lame demi-onde sensiblement orientée à  $45^\circ$  par rapport à la direction desdites électrodes ;
- une deuxième lame demi-onde située sur un chemin optique d'un ordre réfracté dudit faisceau en sortie d'un desdits prismes,

5 ledit élément à cristal liquide étant disposé entre lesdits prismes.

Une telle configuration a pour intérêt d'équilibrer les deux chemins optiques, il n'y a donc pas de PMD résiduelle. La direction de polarisation en sortie est soit horizontale, soit perpendiculaire, et son état est celui des états propres du biréfringent linéaire, à savoir une polarisation rectiligne.

10 Préférentiellement, un tel dispositif comprend également des moyens de collimation dudit faisceau en entrée et en sortie desdits prismes. En effet, cela permet une séparation des faisceaux.

Selon une deuxième configuration avantageuse du dispositif de l'invention, le dispositif présente une configuration en réflexion, et comprend :

- 15
- un prisme biréfringent linéaire ;
  - une lame demie-onde située sur un chemin optique d'un premier ordre réfracté dudit faisceau en sortie dudit prisme ;
  - des moyens de retard situés sur un chemin optique d'un deuxième ordre réfracté dudit faisceau en sortie dudit prisme ;
- 20
- un miroir,

ledit élément à cristal liquide étant situé entre ledit miroir et un ensemble comprenant ledit prisme, ladite lame et lesdits moyens de retard.

Le prisme est par exemple un prisme de calcite. Les moyens de retard permettent de compenser la différence de chemin optique au retour.

25 Selon une troisième configuration avantageuse du dispositif de l'invention, le dispositif comprend en outre :

- deux prismes biréfringents linéaires, montés tête-bêche ;
  - un cube séparateur de polarisation, connectant lesdits prismes ;
  - deux lames demi-ondes, disposées respectivement sur une sortie
- 30
- extraordinaire et une entrée ordinaire desdits prismes,

ledit élément à cristal liquide étant disposé entre ladite lame quart d'onde et ledit cube séparateur de polarisation.

Plus complexe, cette troisième configuration vise à équilibrer les chemins optiques. Elle permet une séparation de l'entrée et de la sortie, qui évite  
5 l'utilisation éventuelle d'un circulateur.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, ledit système à au moins deux électrodes comprenant également au moins une contre-électrode, ladite contre-électrode comprend au moins deux électrodes divisées chacune en au moins deux zones élémentaires appelées pixels.

10 Préférentiellement, lesdites au moins deux zones dudit élément à cristal liquide sont divisées chacune en au moins deux sous-zones dans une direction orthogonale à la direction d'alignement desdites zones.

Avantageusement, ledit dispositif comprend des moyens de contrôle de tensions d'adressage desdites sous-zones, permettant une réduction  
15 complémentaire de la sensibilité à la polarisation dudit dispositif.

Selon une première variante avantageuse, lesdits moyens de contrôle maximisent les différences de tensions d'adressage entre deux sous-zones adjacentes.

En effet, le nombre de diffuseurs complètement orientés transversalement  
20 sera plus important, et la plus forte orientation des gouttelettes rendra donc plus efficace la méthode de réduction de la sensibilité à la polarisation de l'invention.

Préférentiellement, deux sous-zones adjacentes présentent des tensions d'adressage alternées. De telles tensions alternées permettent de forcer l'existence de champs transverses.

25 Selon une deuxième variante avantageuse, lesdits moyens de contrôle minimisent les différences de tensions d'adressage entre deux sous-zones adjacentes. On minimise ainsi les champs transverse entre les sous-pixels voisins.

De manière préférentielle, les tensions d'adressage desdites sous-zones sont étagées de manière sensiblement régulière.

Le dispositif de la présente invention trouve avantageusement des applications dans l'un des domaines appartenant au groupe comprenant :

- l'atténuation d'un faisceau lumineux ;
- le déphasage au moins partiel d'un faisceau lumineux ;
- 5 - l'égalisation de spectre ;
- la mise en forme de faisceaux lumineux ;
- la conception de lignes à retard variable ;
- la conception de filtres accordables ;
- la sélection de bandes spectrales ;
- 10 - les multiplexeurs d'insertion extraction (ou en anglais OADM pour "Optical Add Drop Multiplexer").

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des  
15 dessins annexés, parmi lesquels :

- les figures 1a et 1b présentent le principe de fonctionnement d'une cellule à cristal liquide de type PDLC mise en œuvre dans le dispositif de modulation de l'invention ;
- la figure 2 illustre le phénomène de création de champs électriques transverses dans les zones inter-électrodes de la cellule de la figure 1 ;
- 20 - la figure 3 présente un exemple de motifs d'électrodes conforme à la présente invention ;
- la figure 4 illustre une première variante de réalisation de l'invention dans laquelle la sensibilité à la polarisation est encore réduite par l'utilisation d'une lame quart d'onde ;
- 25 - la figure 5 présente une deuxième variante de réalisation de l'invention mettant en œuvre une lame demie-onde dans une configuration en transmission ;
- les figures 6a et 6b présentent une troisième variante de réalisation dans  
30 laquelle la sensibilité à la polarisation est encore réduite par mise en œuvre



d'une structure bidimensionnelle des pixels du modulateur permettant de réduire l'isotropie de la direction des champs transverses ;

- les figures 7a et 7b illustrent un perfectionnement de la variante de la figure 6 ;
- 5 - les figures 8a à 8c décrivent d'autres variantes de réalisation de l'invention reposant sur l'utilisation de prismes biréfringents linéaires.

Le principe général de l'invention repose sur la conception d'un motif d'électrode particulier permettant de réduire l'alignement néfaste des gouttelettes de cristal liquide dues à l'apparition de champs électriques transverses entre les  
10 électrodes du modulateur.

On présente, en relation avec la figure 3, un exemple de motif d'électrode conforme à l'invention.

Le dispositif de modulation comprend par exemple 8 électrodes référencées 31 à 38, permettant d'adresser indépendamment 8 zones, ou pixels, de  
15 la cellule à PDLC. Ces électrodes présentent chacune un motif à chevrons 30, dans lequel chacun des chevrons présente un angle sensiblement égal à  $90^\circ$ , de façon que les deux directions privilégiées d'alignement du cristal liquide, dues à l'apparition de champs transverses dans les zones inter-pixels (par exemple la zone 39 entre les électrodes référencées 31 et 32), soient orthogonales. Ainsi, les  
20 champs électriques transverse se compensent et s'annulent.

Tout autre motif d'électrode à moyenne nulle, par exemple un motif d'électrode sinusoïdal, peut également être utilisé.

L'indépendance du dispositif de modulation à la polarisation du faisceau de lumière incident peut encore être améliorée, en sus du motif d'électrode particulier  
25 décrit ci-dessus, par l'insertion d'une lame quart d'onde dans un montage en réflexion du modulateur de l'invention, ainsi que présenté en figure 4.

Le modulateur 41 comprend 9 électrodes référencées 411 à 419, dont le motif est par exemple tel que présenté précédemment en relation avec la figure 3. Le dispositif de modulation de l'invention comprend également une cellule de  
30 PDLC 42 et une contre-électrode 43. Une lame quart d'onde orientée à  $45^\circ$  par

rapport à la direction des électrodes 411 à 419 est insérée entre la contre-électrode 43 du modulateur et un miroir diélectrique 45.

L'insensibilité à la polarisation d'un tel dispositif de modulation peut être démontrée par le calcul suivant.

- 5 Le modulateur peut être considéré comme un dichroïque présentant une orientation perpendiculaire aux électrodes, et défini par la matrice de Jones suivante :

$$J_{dc} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-\alpha} \end{pmatrix}$$

- 10 Par rapport à cette orientation, la matrice de Jones d'une lame quart d'onde orientée à 45° est la suivante :

$$J_{\lambda/4} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{pmatrix}$$

La composition du dichroïque, de la lame et du miroir donne en réflexion le résultat suivant :

$$J_{total} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-\alpha} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-\alpha} \end{pmatrix} = ie^{-\alpha} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

- 15 L'atténuation s'opère donc sur les deux composantes de la polarisation d'entrée de façon équivalente : il reste une atténuation isotrope mais il n'y a plus de PDL et cela, quelle que soit la polarisation d'entrée. Cette expression démontre l'insensibilité du dispositif à une polarisation d'entrée dont on ne contrôlerait ni l'état ni l'orientation.

- 20 La figure 5 présente un montage équivalent en termes de performance, mais dans lequel le dispositif de modulation est utilisé en transmission.

- Une fonction équivalente à celle de la figure 4 peut ainsi être obtenue au moyen d'une lame demi-onde 51, intercalée entre deux dispositifs de modulation selon l'invention 52 et 53, représentés en coupe sur la figure 5. La direction de propagation du faisceau lumineux est illustré par la flèche référencée 54.

On présente désormais, en relation avec les figures 6a et 6b, une variante de réalisation de l'invention, dans laquelle l'insensibilité à la polarisation du

dispositif de modulation est accrue, grâce à une structure particulière des zones, ou pixels, de l'élément à cristal liquide.

L'idée consiste à concevoir un dispositif de modulation bidimensionnel, c'est-à-dire à utiliser le degré de liberté supplémentaire offert par la direction  
5 orthogonale à la direction de pixellisation de l'élément à cristal liquide.

Dans cette variante de réalisation, on met donc en œuvre un modulateur bidimensionnel, pour lequel une zone, ou pixel, unique est remplacée par un ensemble de « sous-pixels » disposés dans une direction orthogonale à la direction d'alignement des pixels. Ainsi, si l'on considère les zones référencées 61, 62 et 63  
10 de la cellule de PDL, alignées horizontalement (figure 6a), chacune d'elles (par exemple la zone référencée 61) est divisée en trois sous-zones dans la direction verticale (par exemple les sous-zones référencées 610, 611 et 612 – figure 6b).

De ce fait, lorsque le modulateur spatial est utilisé à des fins d'atténuation d'un faisceau lumineux, une telle atténuation se fait en adressant sélectivement des  
15 « sous-pixels » (610, 611, 612) de la structure. En optimisant le choix des pixels adressés et la valeur des tensions appliquées à ces pixels pour un niveau d'atténuation donnée, on pourra obtenir une répartition moins sélective de la direction des champs transverses et, par là même, diminuer fortement la dépendance en polarisation du dispositif de modulation.

20 En effet, lorsqu'une telle variante de réalisation n'est pas mise en œuvre, des champs planaires référencés 64 et 65 peuvent prendre naissance, selon une direction horizontale, dans les zones inter-pixels, entre le pixel référencé 62 et chacun des pixels référencés 61 et 63 par exemple.

En revanche, lorsque chacun des pixels 61, 62 et 63 est divisé en trois  
25 sous-pixels référencés 610 à 618, on peut choisir les tensions d'adressage  $V_1$ ,  $V'_2$ ,  $V''_2$ ,  $V'''_2$  et  $V_3$  appliquées à chacun de ces sous-pixels, de façon à réduire l'isotropie de la direction des champs transverses référencés 620 à 627 prenant naissance par exemple entre le sous-pixel référencé 614 et chacun de ses voisins. Ainsi, on peut choisir de remplacer la tension d'adressage  $V_2$  appliquée à

l'électrode référencée 62 par un jeu de trois tensions d'adressage  $V'_2$ ,  $V''_2$ , et  $V'''_2$  appliquées chacune à l'un des trois sous-pixels référencés 613, 614 et 615.

Pour accroître encore l'indépendance à la polarisation du dispositif de modulation de l'invention, on peut également remplacer la contre-électrode de l'élément à cristal liquide par deux électrodes pixellisées, afin de réduire les tensions inter-électrodes. Dans ce cas, les tensions à appliquer sur chaque pixel de la contre-électrode sont divisées par un facteur deux pour obtenir un champ longitudinal équivalent (et donc un niveau d'atténuation équivalent) à la solution utilisant une contre-électrode commune. Les champs transverses sont réduits d'autant.

Cette variante de réalisation peut être ou non combinée à la variante décrite ci-dessus en relation avec la figure 6, selon laquelle on divise les zones de l'élément à cristal liquide en sous-zones. Elle peut également être ou non combinée à l'une des variantes décrites précédemment en relation avec les figures 4 et 5 consistant à insérer une lame quart d'onde ou demi-onde dans le montage de l'invention.

On présente désormais un perfectionnement de la variante présentée en relation avec la figure 6.

Comme indiqué précédemment, en sur-échantillonnant spatialement les pixels dans l'axe du modulateur (direction de pixellisation), il est possible d'obtenir un degré de liberté supplémentaire, que sont les tensions à fournir aux sous-pixels pour un obtenir un niveau d'atténuation voulue (lorsque le dispositif de modulation de l'invention est, à titre d'exemple, utilisé à des fins d'atténuation d'un faisceau lumineux). Ainsi, pour une même résolution spectrale, une longueur d'onde ou bande spectrale illuminant un pixel, couvrira plusieurs sous-pixels et il sera possible d'utiliser ces degrés de liberté pour fortement réduire les champs transverses.

Une première solution consiste, à l'encontre de tout préjugé, à favoriser les champs transverses en maximisant les différences de potentiels entre sous-pixels voisins. De ce fait, le nombre de diffuseurs (ou gouttelettes de cristal

liquide) complètement orientés transversalement sera plus important que dans le cas où il n'y a pas de sur échantillonnage (c'est-à-dire dans le cas où l'on ne divise pas un pixel en une pluralité de sous-pixels). Comme indiqué précédemment en relation avec les figures 4 et 5, l'usage d'une lame à retard de phase (lame quart d'onde ou lame demie-onde) sera nécessaire afin de rendre le système insensible à la polarisation, mais la plus forte orientation des gouttelettes rendra la méthode plus efficace.

Cette première solution est illustrée en figures 7a et 7b. Sur la figure 7a, on peut voir que la cellule de PDLC (non représentée) est adressée au moyen d'un jeu d'électrodes référencées 71 à 74 et d'une contre-électrode 75. Dans la variante de réalisation de la figure 7b, chaque pixel 71 à 74 a été divisé en une pluralité de sous-pixels, dont seuls trois ont été référencés 76 à 78 par souci de simplification. Comme l'illustrent les flèches antagonistes 70 et 79, des tensions alternées sont appliquées à ces sous-pixels, de façon à forcer l'existence de champs transverses entre les électrodes, dans les zones inter-pixels.

Une deuxième solution consiste au contraire à utiliser ces degrés de liberté en cherchant à minimiser les champs transverses entre les sous-pixels.

Un plus grand nombre de degrés de liberté (à savoir les tensions d'adressage des sous-pixels) par rapport aux contraintes (à savoir les niveaux des canaux à atténuer) permet de diminuer la dépendance à la polarisation du dispositif. Une telle solution consiste donc, par exemple, à étager régulièrement les tensions entre sous pixels.

On présente désormais, en relation avec les figures 8a à 8c d'autres variantes de réalisation de l'invention reposant sur l'utilisation de prismes biréfringents linéaires. Ces solutions techniques peuvent être utilisées seules, en complément du motif d'électrodes particulier présenté en figure 3, ou en combinaison avec l'une des autres techniques illustrées par les figures 4 à 7.

Ces solutions s'inscrivent dans le contexte plus général des configurations dans lesquelles on contrôle la direction de la polarisation du faisceau de lumière incident.

En effet, dans le cas où la polarisation du faisceau incident est rectiligne, on peut l'orienter suivant l'une des deux directions parallèle ou perpendiculaire à la direction des électrodes du dispositif de modulation de l'invention. Par rapport à la configuration de la figure 4, il n'est alors plus nécessaire de disposer une lame  
5 quart d'onde entre le modulateur et le miroir pour accroître l'insensibilité à la polarisation du dispositif de l'invention. Lorsque l'état de polarisation est quelconque, on est en revanche ramené au cas décrit précédemment en relation avec la figure 4 : la lame permet d'améliorer l'indépendance du dispositif à la polarisation, et l'orientation de la polarisation en entrée peut alors être  
10 quelconque.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour assurer le contrôle de la polarisation en entrée.

Une première solution consiste à utiliser un dispositif de diversité de polarisation.

15 Trois configurations sont alors possibles. La première configuration en transmission est illustrée en figure 8c et consiste à utiliser par exemple deux prismes biréfringents linéaires 81 et 82 (e.g. du type calcite) montés tête-bêche, entre lesquels sont disposés le modulateur PDLC 83, une lame demie-onde 84 à 45° de l'orientation des électrodes ainsi qu'une lame demie-onde 85 à 45° sur la  
20 sortie du premier prisme 81 sur l'un des deux ordres réfractés permettant la réorientation de celui-ci suivant la direction orthogonale.

Un tel montage permet avantageusement d'équilibrer les deux chemins optiques ; il n'y a donc pas de PMD ("Polarisation Mode Dispersion", en français, "dispersion de mode de polarisation") résiduelle. La direction de polarisation en  
25 sortie est, soit horizontale, soit perpendiculaire, et son état est celui de l'un des états propres du biréfringent linéaire 81, à savoir une polarisation rectiligne. Pour des raisons pratiques de séparation, les faisceaux doivent être collimatés à l'entrée et à la sortie du prisme au moyen de micro lentilles 80.

Deux autres configurations en réflexion sont illustrées par les figures 8a et  
30 8b. La configuration de la figure 8b utilise un même prisme de calcite 81 (avec

collimation du faisceau au moyen de micro lentilles 80), une lame demie-onde 85 suivant un ordre réfracté issu du prisme 81 (suivant le principe présenté précédemment en relation avec la figure 8c) et un retard 86 sur l'autre ordre pour compenser la différence de chemin optique au retour. Le modulateur 83 est  
5 ensuite disposé devant un miroir 87.

La configuration de la figure 8a utilise un montage plus complexe visant à équilibrer les chemins optiques. Par rapport au système présenté précédemment en relation avec la figure 4, il permet en outre une séparation de l'entrée et de la sortie, qui évite l'utilisation éventuelle d'un circulateur. Deux prismes  
10 biréfringents linéaires 81 et 82 sont connectés tête-bêche, via un cube séparateur de polarisation 88. Deux lames demi-ondes 84 et 85 sont disposées respectivement sur leur sortie extra-ordinaire et entrée ordinaire. Le modulateur 83 est disposé dans une configuration identique à celle décrite en figure 4, et est combiné à une lame quart d'onde 89 et à un miroir 87.

15 Au premier passage du faisceau lumineux, une polarisation quelconque est décomposée et orientée parallèlement aux lignes de champs inter-pixels. Après un double passage du faisceau au travers de la lame quart d'onde 89 et du modulateur 83, la direction de polarisation du faisceau est tournée de  $90^\circ$ , et est donc routée sur le prisme biréfringent de sortie 82.

20 Pour assurer le contrôle de la polarisation en entrée dans le cas d'une polarisation rectiligne, une deuxième solution consiste à utiliser des amplificateurs optiques à maintien de polarisation. La direction de polarisation du faisceau lumineux en entrée du dispositif de l'invention est alors contrôlée, et on peut l'orienter suivant l'une des deux directions orthogonales à la direction des  
25 électrodes ou la direction perpendiculaire.

Il apparaîtra de manière évidente pour l'Homme du Métier que les différentes solutions présentées dans le présent document pour réduire la sensibilité à la polarisation du dispositif de modulation de l'invention peuvent être combinées pour améliorer autant que faire se peut les performances du  
30 modulateur, ou peuvent être mises en œuvre indépendamment les unes des autres,

en combinaison avec un motif d'électrodes approprié à la réduction de l'apparition des champs transverses dans les zones inter-électrodes.



## REVENDICATIONS

1. Dispositif de modulation spatiale d'un faisceau lumineux, comprenant un élément à cristal liquide dispersé dans du polymère (PDLC), ledit élément comprenant au moins deux zones pouvant être adressées indépendamment l'une de l'autre au moyen d'un système à au moins deux électrodes,  
5 caractérisé en ce que lesdites électrodes présentent un motif prédéterminé non rectiligne, choisi de façon à réduire la sensibilité à la polarisation dudit dispositif, due à l'apparition d'au moins un champ électrique transverse entre lesdites électrodes,  
10 et en ce qu'il comprend également des moyens optiques de réduction de la sensibilité à la polarisation comprenant au moins une lame à retard de phase anisotrope.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit motif prédéterminé est à moyenne nulle.
- 15 3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit cristal liquide est de type nano-PDLC, des gouttelettes dudit cristal liquide dispersées dans ledit polymère ayant un diamètre sensiblement compris entre 10 et 100 nm.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit motif d'électrode prédéterminé est sinusoïdal.  
20
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit motif d'électrode prédéterminé est en dents de scie.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il présente une configuration en réflexion et en ce que ladite lame à  
25 retard de phase est une lame quart d'onde.
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que, ledit système à au moins deux électrodes comprenant également au moins une contre-électrode, ladite lame quart d'onde est sensiblement orientée à  $45^\circ$  par rapport à la direction desdites électrodes, et en ce qu'elle est insérée entre ladite contre-  
30 électrode et un miroir.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il présente une configuration en transmission et en ce que ladite lame à retard de phase est une lame demi-onde.
- 5 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite lame demi-onde est insérée entre deux éléments à cristal liquide juxtaposés.
- 10 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, 8 et 9, caractérisé en ce qu'il présente une configuration en transmission, et en ce qu'il comprend :
- deux prismes biréfringents linéaires, montés tête-bêche ;
  - 10 - une première lame demi-onde sensiblement orientée à  $45^\circ$  par rapport à la direction desdites électrodes ;
  - une deuxième lame demi-onde située sur un chemin optique d'un ordre réfracté dudit faisceau en sortie d'un desdits prismes,
- 15 ledit élément à cristal liquide étant disposé entre lesdits prismes.
11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend également des moyens de collimation dudit faisceau en entrée et en sortie desdits prismes.
- 20 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il présente une configuration en réflexion, et en ce qu'il comprend :
- un prisme biréfringent linéaire ;
  - une lame demie-onde située sur un chemin optique d'un premier ordre réfracté dudit faisceau en sortie dudit prisme ;
  - des moyens de retard situés sur un chemin optique d'un deuxième ordre réfracté dudit faisceau en sortie dudit prisme ;
  - 25 - un miroir,
- ledit élément à cristal liquide étant situé entre ledit miroir et un ensemble comprenant ledit prisme, ladite lame et lesdits moyens de retard.
13. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :
- 30 - deux prismes biréfringents linéaires, montés tête-bêche ;

- un cube séparateur de polarisation, connectant lesdits prismes ;
- deux lames demi-ondes, disposées respectivement sur une sortie extraordinaire et une entrée ordinaire desdits prismes,

ledit élément à cristal liquide étant disposé entre ladite lame quart d'onde et ledit cube séparateur de polarisation.

5       **14.**       Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que, ledit système à au moins deux électrodes comprenant également au moins une contre-électrode, ladite contre-électrode comprend au moins deux électrodes divisées chacune en au moins deux zones élémentaires  
10       appelées pixels.

**15.**       Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que lesdites au moins deux zones dudit élément à cristal liquide sont divisées chacune en au moins deux sous-zones dans une direction orthogonale à la direction d'alignement desdites zones.

15       **16.**       Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de contrôle de tensions d'adressage desdites sous-zones, permettant une réduction complémentaire de la sensibilité à la polarisation dudit dispositif.

20       **17.**       Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle maximisent les différences de tensions d'adressage entre deux sous-zones adjacentes.

**18.**       Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que deux sous-zones adjacentes présentent des tensions d'adressage alternées.

25       **19.**       Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle minimisent les différences de tensions d'adressage entre deux sous-zones adjacentes.

**20.**       Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les tensions d'adressage desdites sous-zones sont étagées de manière sensiblement régulière.

21. Applications du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 20 à l'un des domaines appartenant au groupe comprenant :

- l'atténuation d'un faisceau lumineux ;
- le déphasage au moins partiel d'un faisceau lumineux ;
- 5 - l'égalisation de spectre ;
- la mise en forme de faisceaux lumineux ;
- la conception de lignes à retard variable ;
- la conception de filtres accordables ;
- la sélection de bandes spectrales ;
- 10 - les multiplexeurs d'insertion extraction (ou en anglais OADM pour "Optical Add Drop Multiplexer").

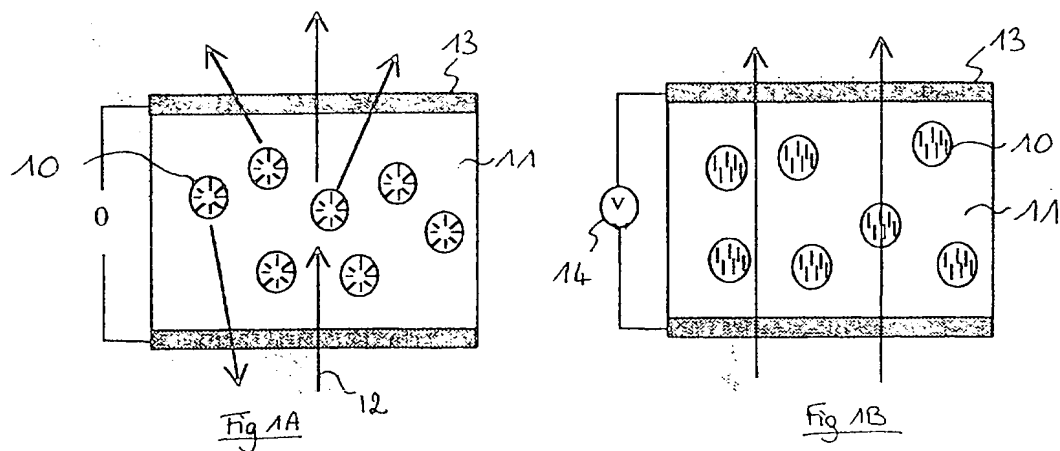


FIGURE 1

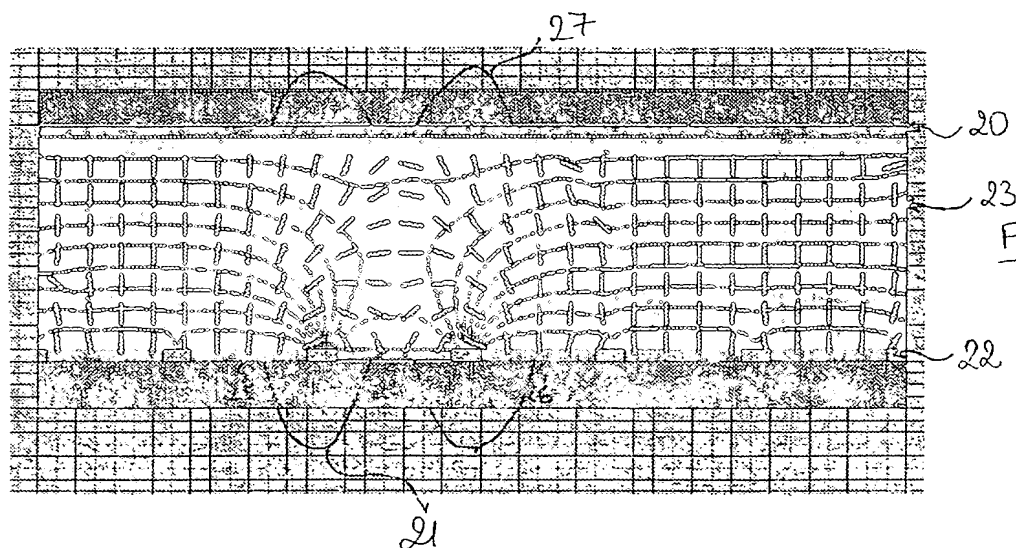


FIGURE 2

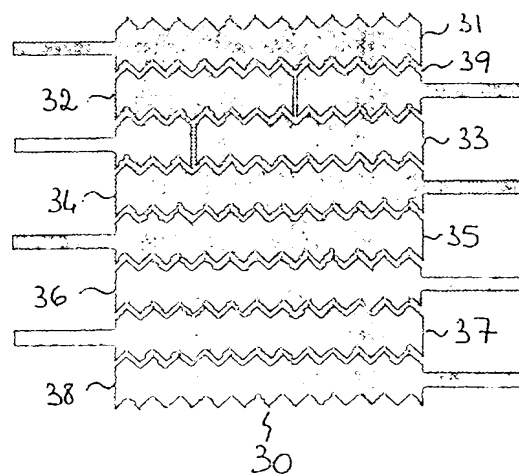


FIGURE 3



1/4

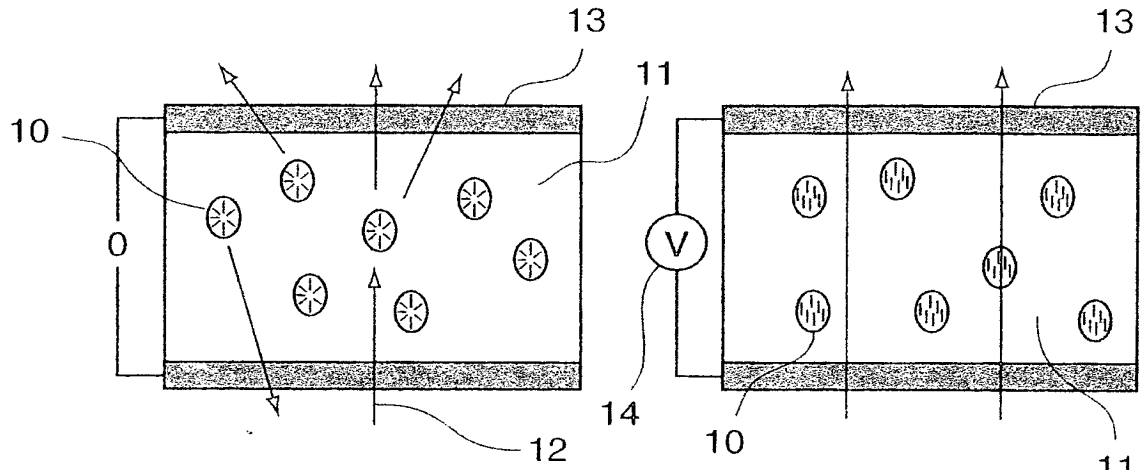


Fig. 1A

Fig. 1B

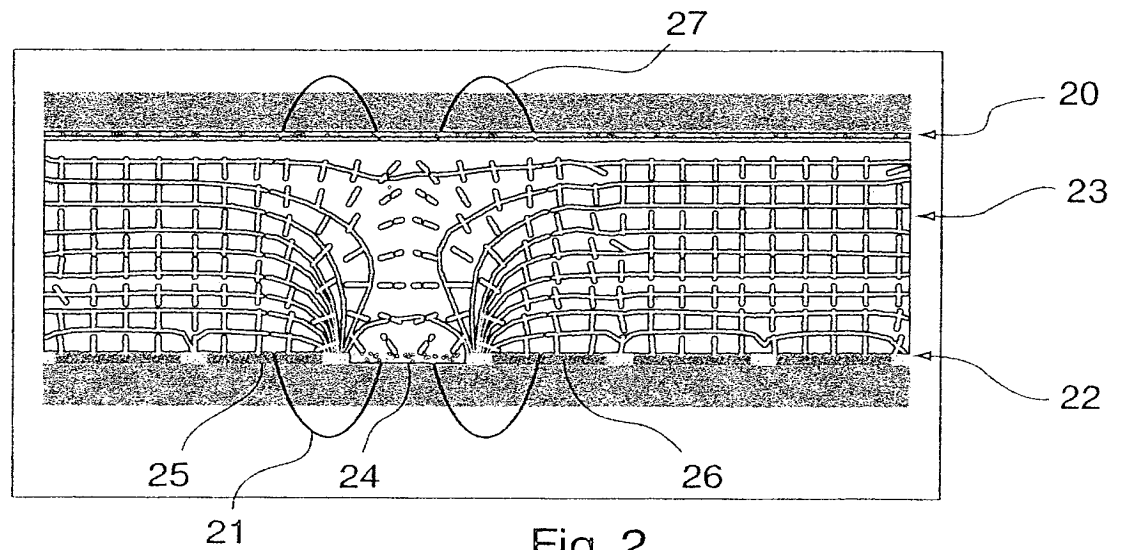


Fig. 2

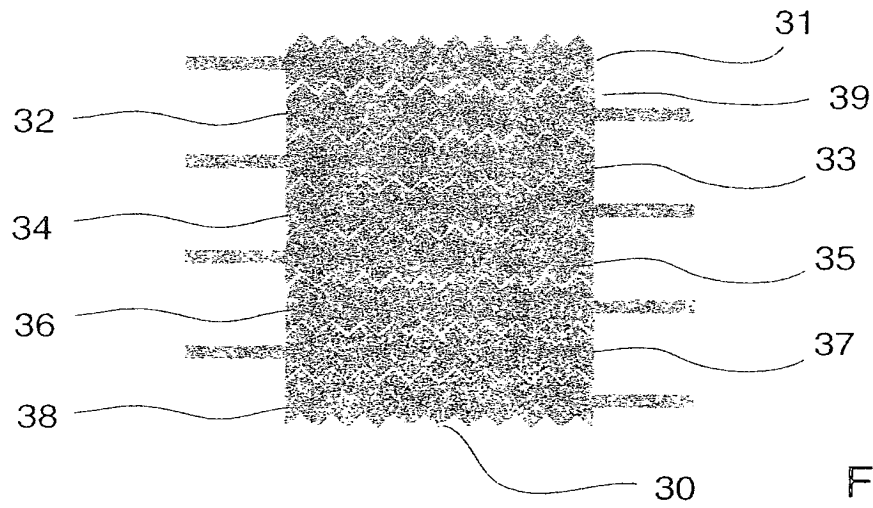


Fig. 3

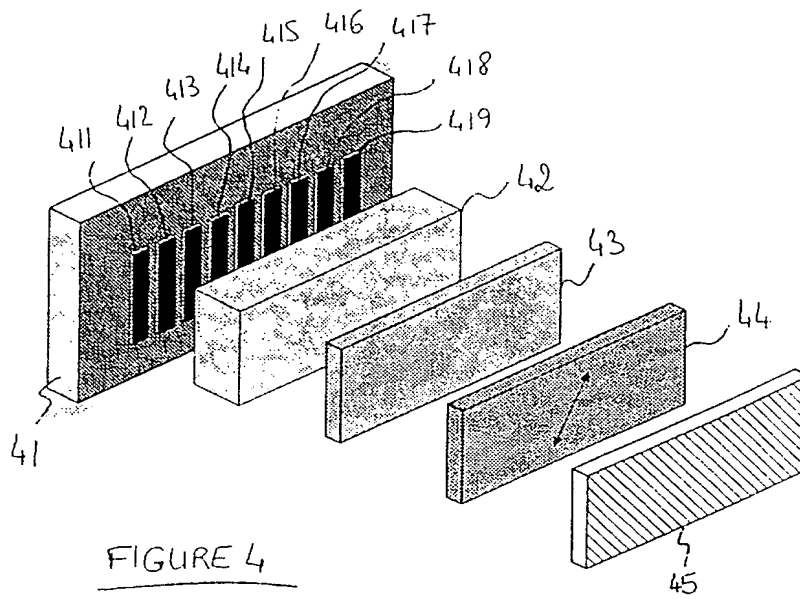


FIGURE 4

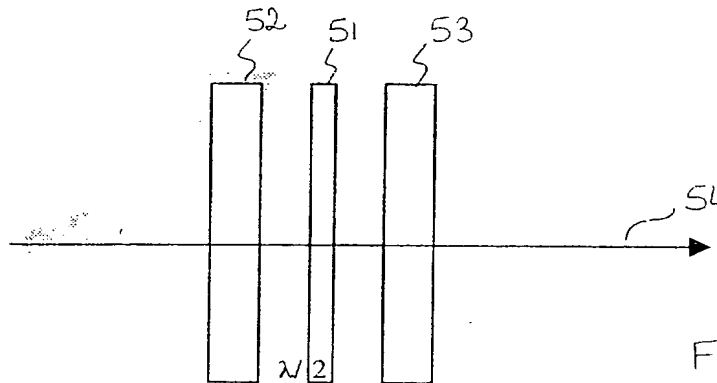


FIGURE 5

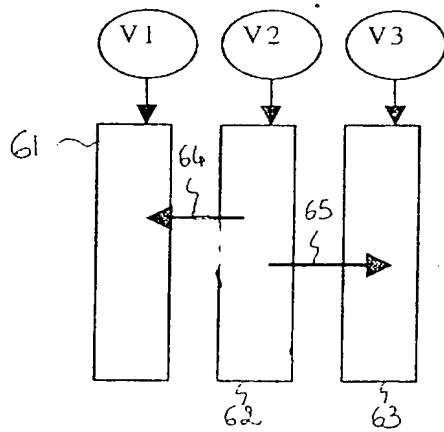


FIGURE 6A

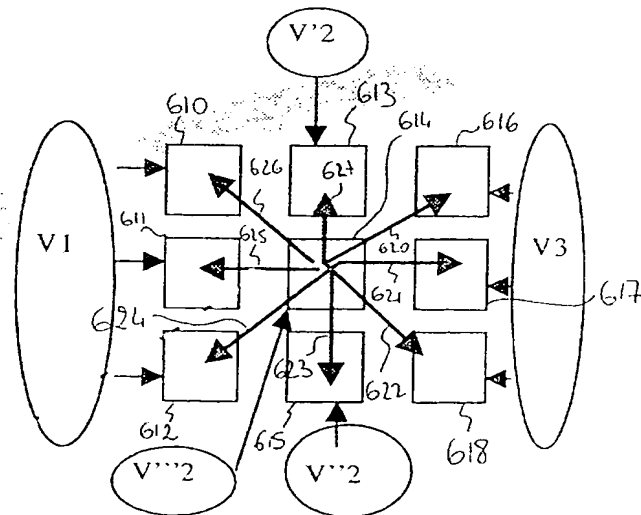


FIGURE 6B



2/4

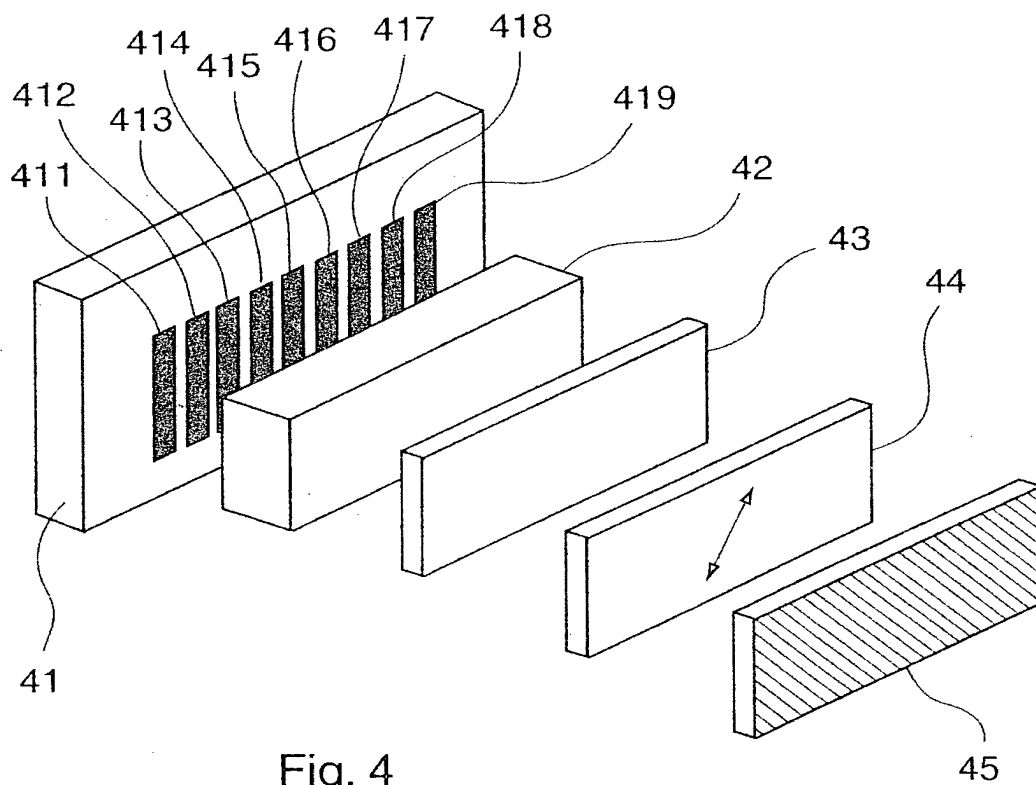


Fig. 4

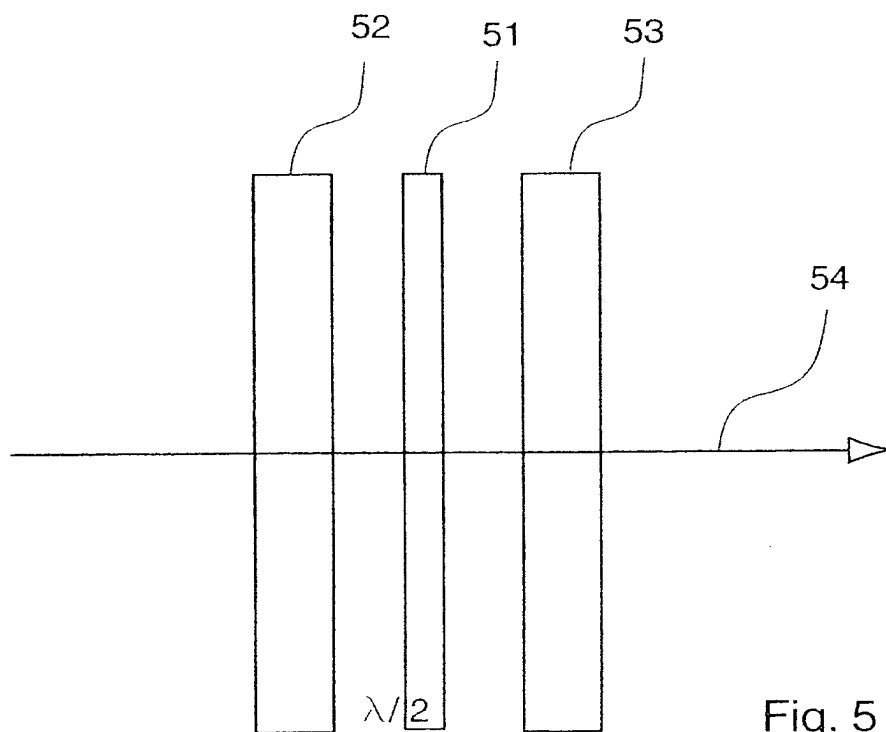


Fig. 5



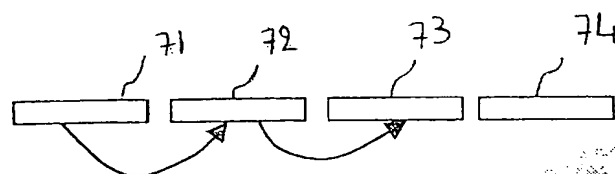


FIGURE 7A

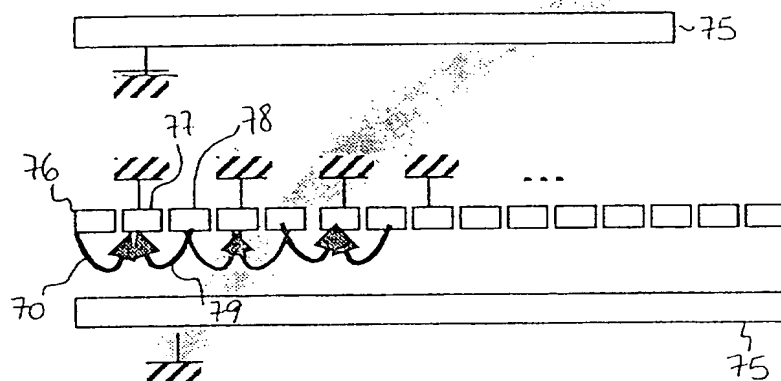


FIGURE 7B

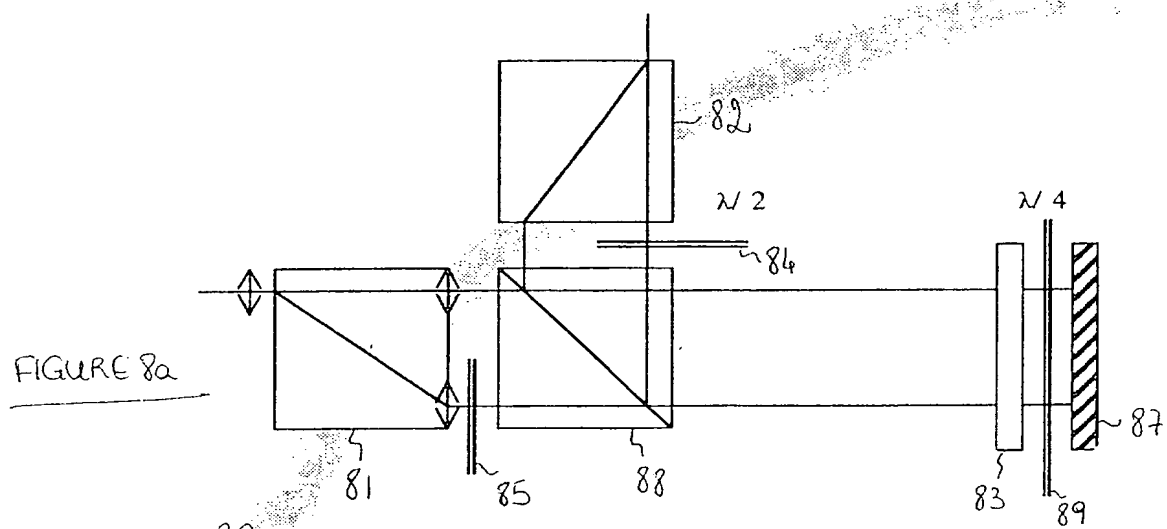


FIGURE 8a

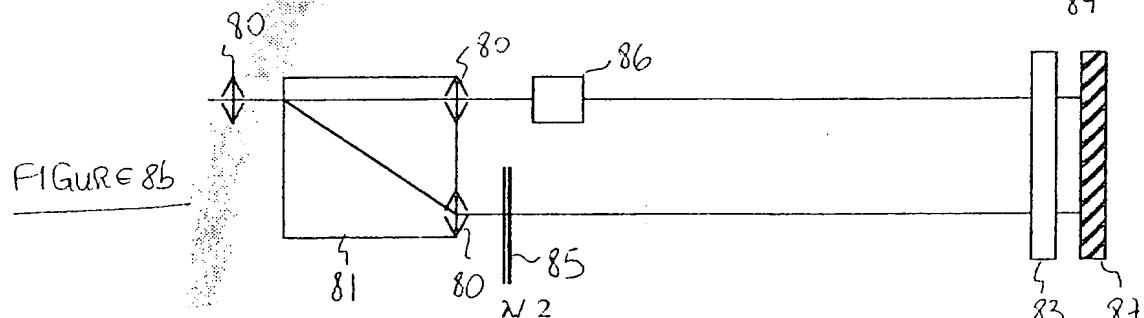


FIGURE 8b

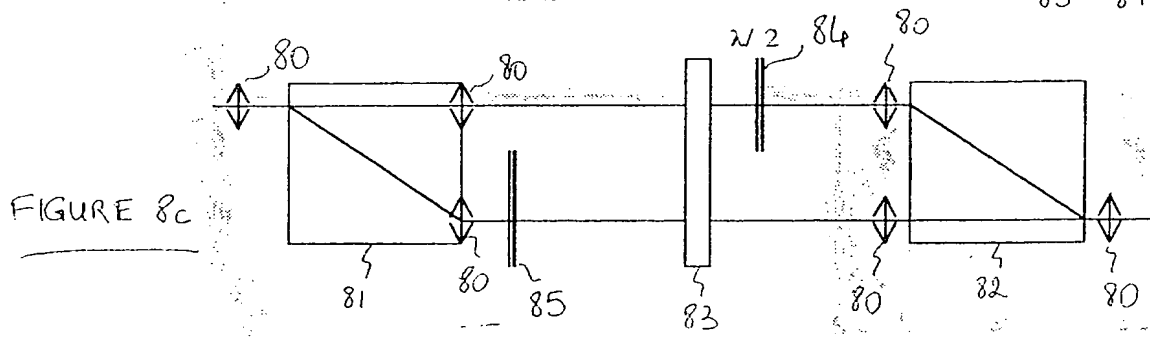


FIGURE 8c



3/4

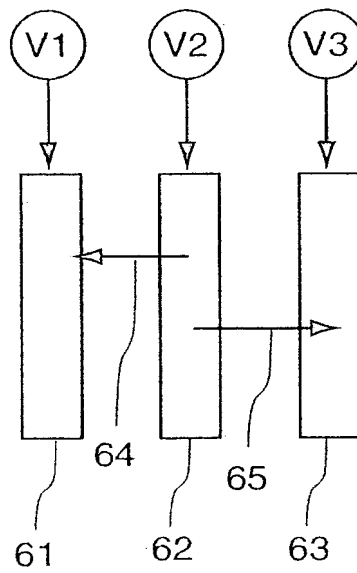


Fig. 6A

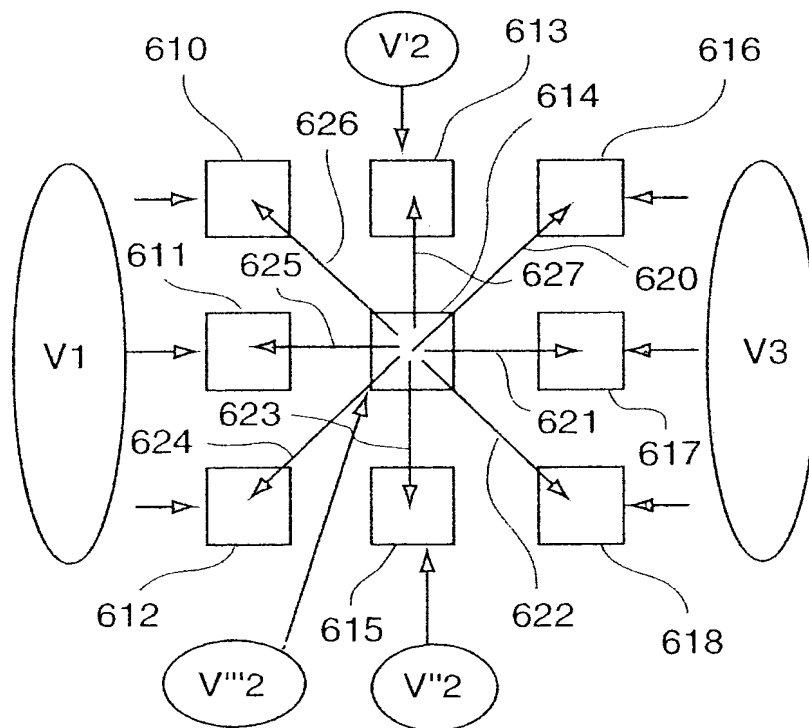


Fig. 6B

4/4

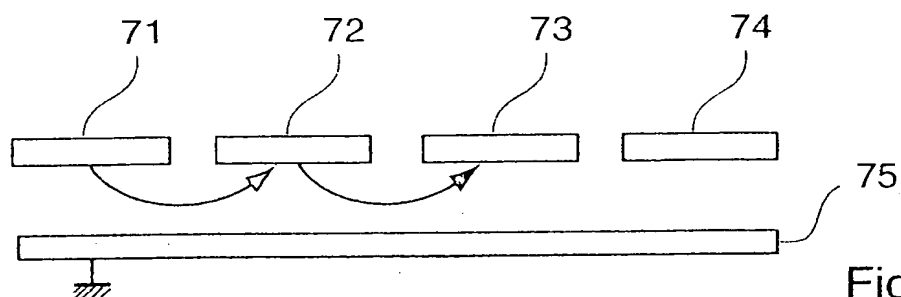


Fig. 7A

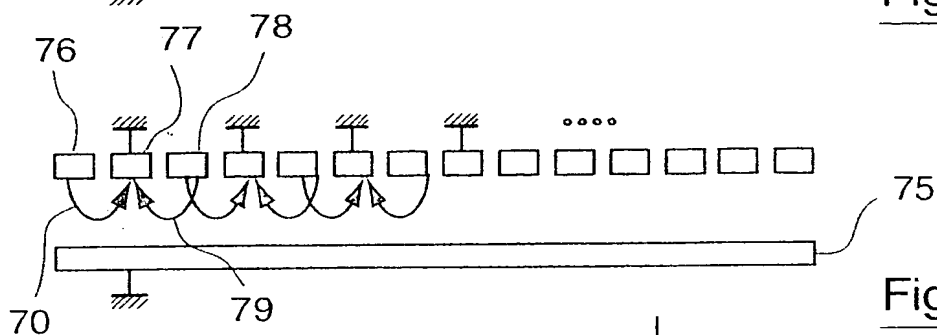


Fig. 7B

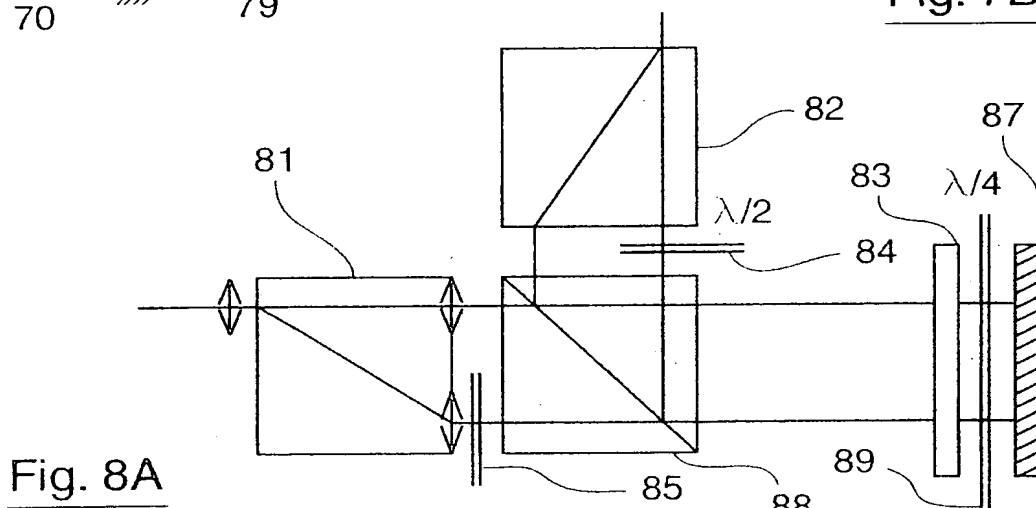


Fig. 8A

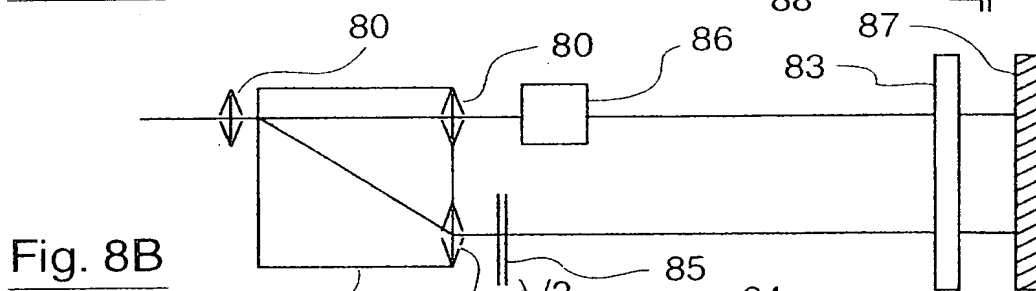


Fig. 8B

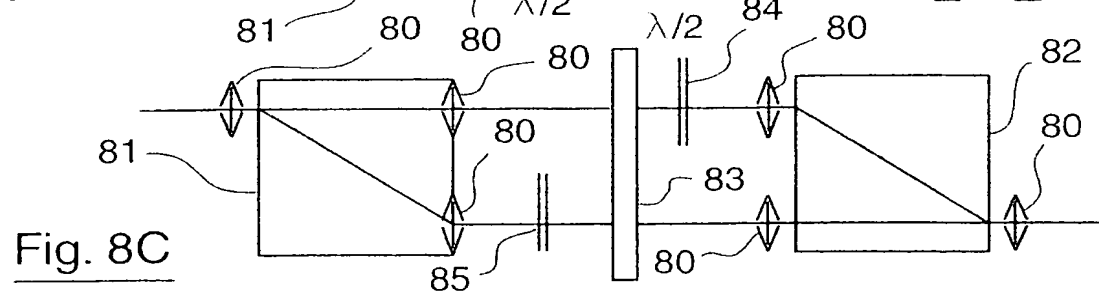


Fig. 8C



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235\*03

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1.. / 2..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		8277
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0301699
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>		
Dispositif de modulation spatiale d'un faisceau lumineux, et applications correspondantes.		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
OPTOGONE 1 Avenue du Technopôle 29280 PLOUZANE FRANCE		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	Nom	DE BOUGRENET DE LA TOCNAYE
	Prénoms	Jean-Louis
Adresse	Rue	35 bis route de Milizac
	Code postal et ville	291820 GUILERS
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>2</b>	Nom	BARGE
	Prénoms	Michel
Adresse	Rue	Coartevéz
	Code postal et ville	291290 MILIZAC
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>3</b>	Nom	CHEVALLIER
	Prénoms	Raymond
Adresse	Rue	15 rue de Kerzavid
	Code postal et ville	291000 PLOUGONVELIN
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
Le 12 février 2003 P. VIDON (Mandataire CRI n° 915250)		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 2.../2...(À fournir dans le cas où les demandeurs et  
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)**INV**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		8277
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0301699
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		
Dispositif de modulation spatiale d'un faisceau lumineux, et applications correspondantes.		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
OPTOGONE 1 Avenue du Technopôle 29280 PLOUZANE FRANCE		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	Nom	DUPONT
	Prénoms	Laurent
Adresse	Rue	Le Dellec
	Code postal et ville	12 19 12 18 10 PLOUZANE
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>2</b>	Nom	LOUKINA
	Prénoms	Tatiana
Adresse	Rue	Résidence B. Francklin, Appt 103, 5 rue Jean Bon St André
	Code postal et ville	12 19 12 10 10 BREST
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>3</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
Le 12 février 2003 P. VIDON (Mandataire CRI 10 92 1250)		



THIS PAGE BLANK (USPTO)